



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL DE TRÊS SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS, NAS SUAS VERTENTES SELF-ETCH E ETCH-AND-RINSE, COM RESINAS COMPOSTAS BULK-FILL

Trabalho submetido por
Michelle Alves Lima
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2017



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL DE TRÊS
SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS, NAS SUAS VERTENTES
SELF-ETCH E ETCH-AND-RINSE, COM RESINAS COMPOSTAS
BULK-FILL**

Trabalho submetido por
Michelle Alves Lima
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Professor Doutor Mário Polido

outubro de 2017

Agradecimentos

Começo por agradecer ao Prof. Doutor Mário Polido por ter orientado o meu trabalho final de licenciatura, no ano de 2014, agora novamente em 2017 com ele o trabalho final de mestrado, por toda a disponibilidade e ajuda mostrada, e ainda pelo material disponibilizado.

Agradecer ao professor José Brito, pela ajuda e disponibilidade na análise estatística, esclarecendo sempre as minhas dúvidas.

Prof. Ana Mano Azul e Prof. Doutor José João Mendes, que sempre se disponibilizaram para resolver “problemas” relacionados com os materiais que utilizei na investigação.

Agradeço também aos fabricantes da 3M ESPE, por terem fornecido as resinas Bulk-fill e o sistema adesivo Scotchbond™ Universal.

Ao coordenador de curso Prof. Doutor Paulo Maurício, sempre pronto a esclarecer dúvidas que surgiam.

Um especial agradecimento aos meus pais e tio, que sem o incentivo e apoio deles nada disto seria possível. Ao meu irmão por “aguentar” o meu mau-humor quando passava horas em frente ao computador. A todos os meus restantes familiares, especialmente avós e tios, por todo carinho e apoio pessoal que sempre demonstraram.

Não poderia deixar de mencionar a minha prima Bárbara Nunes, sempre pronta a ajudar-me em tudo, não apenas neste momento da minha vida, por toda a paciência, tolerância e amizade durante todo o curso.

Por fim mas não menos importante, alguns colegas de curso que estiveram sempre presentes, nos maus e bons momentos, porque cada vez mais penso que um curso não se faz sozinha. A união faz a força, e se todos cooperarem e houver ajuda tudo se tornará mais fácil. Tenho a certeza que tudo foi mais fácil devido a todas estas pessoas!

A todos, MUITO OBRIGADO!

Resumo

Objectivo: Avaliar a microinfiltração marginal em sistemas adesivos universais nas suas vertentes Self-Etch e Etch-and-Rinse.

Materiais e Métodos: Foram utilizados 30 dentes humanos, hígidos, extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais. Cada dente foi dividido no sentido vestibulo-lingual em duas metades, obtendo-se assim 60 fragmentos, que foram divididos aleatoriamente em 6 grupos experimentais, de $n=10$. A cada dois grupos foi atribuído um dos três sistemas adesivos estudados, (*ScotchbondTM Universal Adhesive*, *OptiBondTM Solo Plus*, *ONE COAT 7 UNIVERSAL*) sendo em seguida, aplicado de acordo com as instruções do fabricante, nas vertentes Self-Etch e Etch-and-Rinse, nas cavidades de classe V confeccionadas em cada dente. Realizaram-se restaurações com resina composta Bulk-Fill (3M ESPE, St Paul, MN, USA). Seguidamente as amostras foram mergulhadas numa solução de fucsina básica a 0.5% e armazenadas numa estufa de incubação a 37°C durante 24h, de acordo com a norma ISO 11405 de 2015. Após as 24 horas, os dentes foram retirados da estufa e colocados num suporte de acrílico e seccionados na direção mesio-distal num micrótomo de tecidos duros. (Accutom-50, Struers, Dinamarca). Finalmente as amostras foram observadas numa lupa estereoscópica (Leica MZ6, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha) com uma ampliação de 40x, para avaliação da microinfiltração marginal. Os resultados obtidos, foram validados através de uma análise estatística adequada, tendo sido usado o programa SPSS (SPSS 24 SPSS, Inc), no qual foram realizados os testes do qui-quadrado e exato de Fisher. **Resultados:** Observou-se que o teste qui-quadrado mostrou que, ao nível de significância de 5%, não se verificam diferenças entre os 3 tipos de adesivos no que respeita à prevalência de infiltração ($p = 0.292$). O teste exacto de Fisher mostrou que, ao nível de significância de 5%, não se verificam diferenças entre os 2 protocolos no que respeita à prevalência de infiltração ($p = 0.580$). **Conclusão:** Nas formas de aplicação não foram encontradas diferenças significativas a nível estatístico entre as duas abordagens Etch-and-Rinse e Self-Etch. Ao nível da microinfiltração, também não foram encontradas diferenças significativas em relação à prevalência, seja em margem de esmalte ou de dentina. Perante estes resultados, são aceites as Hipóteses nulas 1 e 2.

Palavras-chave: “dentin”; “dental adhesives”; “enamel”; “chemical adhesion”
“*ScotchbondTM Universal Adhesive*”; “Etch-and-Rinse” “Self-Etch”; “microleakage”;
“*OptiBondTM Solo Plus*”; “*ONE COAT 7 UNIVERSAL*”

Abstract

Objective: To evaluate the marginal microleakage in universal adhesive systems in their Self-Etch and Etch-and-Rinse applications forms.

Materials and Methods: Thirty human teeth, extracted from orthodontic or periodontal reasons were used. Each tooth was divided in the buccal-lingual way into two halves, thus obtaining 60 fragments, which were randomly divided into 6 experimental groups, of n=10. Each two groups were assigned one of the three adhesive systems studied (*ScotchbondTM Universal Adhesive*, *OptiBondTM Solo Plus*, *One Coat 7 Universal*) and then applied according to the manufacturer's instructions in the Self-Etch and Etch- and-Rinse protocols, into the class V cavities made in each tooth. Restorations were performed with Bulk-Fill composite resin (3M ESPE, St Paul, MN, USA). The samples were then immersed in a 0.5% basic fuchsin solution and stored in an incubator at 37 °C for 24 hours, according to ISO 11405 of 2015. After 24 hours the teeth were removed from the incubator and placed on an acrylic support and sectioned in the mesio-distal direction on a hard tissue microtome (Accutom-50, Struers, Denmark). Finally the samples were observed in a stereoscopic magnifying glass (Leica MZ6, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany) with a magnification of 40x for evaluation of the marginal microleakage. The results were validated through a suitable statistical analysis, using the SPSS program (SPSS 24 SPSS.Inc), in which the chi-square test and Fisher's exact test were performed. **Results:** It was observed that the chi-square test showed that, at the 5% level of significance, there were no differences between the 3 types of adhesive with regard to the prevalence of infiltration ($p = 0.292$). Fisher's exact test showed that, at a significance level of 5%, there were no differences between the 2 protocols regarding the prevalence of infiltration ($p = 0.580$). **Conclusion:** There were no statistically significant differences between the two Etch-and-Rinse and Self-Etch approaches. At the microleakage level, no significant differences were found in relation to the prevalence either in the enamel or dentin margin. Therefore, we accepted the Null hypothesis 1 and 2.

Key-words: “dentin”; “dental adhesives”; “enamel”; “chemical adhesion” “*ScotchbondTM Universal Adhesive*”; “Etch-and-Rinse” “Self-Etch”; “microleakage”; “*OptiBondTM Solo Plus*”; “*One Coat 7 Universal*”

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Esmalte	9
1.2 Dentina.....	10
2. ADESÃO	12
2.1 Adesão ao Esmalte.....	16
2.2 Adesão à Dentina.....	17
2.3 GERAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS DENTÁRIOS	18
2.3.1 1ª Geração	18
2.3.2 2ª Geração	18
2.3.3 3ª Geração	19
2.3.4 4ª Geração	20
2.3.5 5ª Geração	21
2.3.6 6ª Geração	22
2.3.7 7ª Geração	23
1.3 NOMENCLATURA ACTUAL.....	24
1.4 SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS OU MULTI MODO.....	24
1.5 RESINAS BULK-FILL	25
1.6 TÉCNICA LABORATORIAL.....	26
1.6.1 Microinfiltração.....	28
3. OBJETIVOS	30
3.1 Hipóteses Experimentais	30
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
5. RESULTADOS.....	41
6. Discussão	47
7. Conclusão.....	53
8. Bibliografia	54

Índice de Abreviaturas

AFM - dimetacrilato

AUDMA - uretano dimetacrilato aromático

BIS-GMA- bisfeno-A-glicidlimetacrilato

DDMA - **Dodecano dimetacrilato**

HEMA- 2- hidroxietil metacrilato

10-MDP – 10- metacriloiloxidecil dihidrogénio fosfato

TEGDMA- trietilenoglicol dimetacrilato

UDMA- dimetacrilato de uretano

Índice de Figuras

Figura 1- Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Figura 2- OptiBond™ Solo Plus (Kerr, Orange, CA, USA)

Figura 3- ONE COAT 7 UNIVERSAL (COLTENE)

Figura 4- Gel Etchant (Kerr, Orange, CA, USA)

Figura 5- Resina composta Bulk-fil

Figura 6- Cavidades a mesial e distal

Figura 7- Cavidades a mesial e distal

Figura 8- Aplicação do ácido

Figura 9- Aplicação do sistema adesivo

Figura 10- Aplicação da resina composta Bulk- fill

Figura 11- Fotopolimerização da restauração

Figura 12- Armazenamento das amostras em fucsina dentro da estufa

Figura 13- Estufa de Incubação (Memmert INE 400, Memmert, Germany)

Figura 14- Dentes no suporte de acrílico

Figura 15- Amostras cortadas

Figura 16- Lupa estereoscópica (Leica MZ6, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha)

Figura 17- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 0

Figura 18- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 1

Figura 19- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 2

Figura 20- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 3

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Materiais utilizados e suas composições

Tabela 2- Grupos Experimentais

Tabela 3 - Casos de infiltração para cada tipo de adesivo.

Tabela 4 – Teste estatístico do Qui-quadrado

Tabela 5 - Contagens de casos de infiltração para cada protocolo

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Sistema Adesivo *ScotchbondTM Universal*

Gráfico 2 - Sistema Adesivo *OptiBondTM Solo Plus*

Gráfico 3 - Sistema Adesivo *One Coat⁷ Universal*

Gráfico 4 - Número total de amostras dos 3 sistemas adesivos de acordo com os graus de microinfiltração

1. INTRODUÇÃO

A adesão define-se como um fenómeno em que duas superfícies são mantidas juntas por forças físicas, químicas ou ambas com auxílio de um adesivo. (ISO/TS 11405)

No esmalte a adesão é obtida através do condicionamento da superfície do substrato, através da retenção de monómeros de resina (Anusavice, 2003; Tsuchiya et al., 2010; Jain, 2011). Já na dentina a adesão torna-se eficaz devido à penetração de monómeros de resina no substrato desmineralizado, da remoção parcial da smear layer e ainda da formação de uma camada híbrida (Anusavice, 2003; Breschi et al., 2008; Marshall, Marshall, Kinney, & Balooch, 1997; Peumans et al., 2005; Sally J. Marshall et al., 2009; Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009; Al Qahtani, 2010).

Iniciou-se com Buonocore (1955) uma evolução nos sistemas adesivos ao longo dos tempos, que tem vindo a disponibilizar diferentes técnicas de forma a alcançar-se melhorias nos procedimentos clínicos relativos à adesão (Buonocore, 1955; Kugel & Ferrari, 2001; Söderholm, 2007; Coelho, et al., 2012).

1.1 Esmalte

A amelogenese, que é a fase embriológica do desenvolvimento do esmalte, está dividida em quatro fases: pré-secretória, secretória, transição e maturação. Estas fases são definidas de acordo com a morfologia e função dos ameloblastos, que são uma camada de células únicas que revestem o esmalte em desenvolvimento e são responsáveis pela sua composição (Bartlett, 2013).

Os ameloblastos são perdidos quando ocorre a erupção do dente na cavidade oral, portanto o esmalte é um tecido não vital e, desta forma, não consegue renovar-se. Para compensar esta limitação, o esmalte adquiriu um elevado grau de mineralização e uma organização complexa. As suas características estruturais e de composição, permitem ao esmalte uma maior resistência às forças mastigatórias e a agressões contínuas, provocada pelos ácidos da comida e também de origem bacteriana (Anusavice, 2003).

O esmalte é um tecido altamente mineralizado que reveste a coroa do dente, sendo produzido como resultado tanto de atividade secretória como de atividade de reabsorção de células epiteliais (Avery, 2001).

Quando se encontra totalmente formado, este substrato é constituído por aproximadamente 96% de matéria mineral, 4% de material orgânico e água. Fazendo parte do seu conteúdo inorgânico fosfato de cálcio cristalino, hidroxiapatite, substituído com iões de carbono, que também estão presentes no osso, na cartilagem calcificada, dentina e cimento (Nanci, 2013).

O esmalte possui cristais de apatite de carbono de forma compacta e longa, que medem de 60 a 70 nm de largura, e 25 a 30 nm de espessura (Nanci, 2013).

Este substrato é translúcido e a sua cor pode variar desde, amarelo-claro (ligeiramente amarelado) até ao branco-acinzentado. Relativamente a sua espessura também pode variar aproximadamente num máximo de 2.5 mm ao longo da superfície de trabalho até ao bordo da linha cervical. Esta variação influencia a cor do esmalte, devido à dentina amarela subjacente que é vista através das regiões mais finas (Nanci, 2013).

1.2 Dentina

A dentina é um tecido calcificado mais duro que o osso, formando o corpo do dente e serve de suporte ao esmalte. (Anusavice, 2003)

Caracteriza-se como tecido mineralizado, elástico de cor branco-amarelado e avascular que envolve a câmara pulpar (Nanci, 2013) .

É uma estrutura biológica complexa, com componentes estruturais e propriedades que variam de acordo com a sua localização (Marshall et al., 1997).

A dentina pode ser modificada por processos fisiológicos, envelhecimento ou doença, originando diferentes formas de dentina. Estas diferentes formas estão relacionadas com alterações nos componentes fundamentais da sua estrutura, caracterizadas por mudanças no seu arranjo, nas interligações e nas ligações químicas (Marshall et al., 1997).

Dessa forma, algumas variações morfológicas e físicas da dentina tornam-na um substrato difícil para realização de ligações duradouras entre resina adesiva e dentina (Marshall et al., 1997; Perdigão, 2010).

Durante o desenvolvimento do dente, ocorre a formação da dentina primária que é segregada até a conclusão da formação de raiz e abrange a matriz dentinária circumpulpar, sendo que o seu volume e conformação dão forma aos dentes, estando geralmente concluída 3 anos após a erupção dos dentes. A taxa de formação da dentina, é diferente consoante se fale da raiz ou da coroa do dentes, sendo assim é mais lenta na raiz do que na coroa do dente. A aparência da matriz de dentina primária indica uma estrutura regular, tubular (Marshall et al., 1997; Roberson et al., 2002; Perdigão, 2010).

Após a conclusão da formação da raiz, a dentina secundária é formada como resultado da redução gradual da câmara pulpar. Possui uma estrutura tubular regular, que é semelhante à dentina primária, mas com alterações na orientação dos túbulos (Marshall et al., 1997; Perdigão, 2010) .

Por fim, a dentina reparadora/terciária é formada como resposta a substâncias irritantes de nível moderado, como por exemplo o atrito, a abrasão, a erosão, o trauma, cáries, e alguns procedimentos cirúrgicos. Geralmente aparece como um depósito de dentina, localizada na parede da cavidade pulpar imediatamente subadjacente para a área do dente que recebeu a lesão (um depósito de dentina por baixo dos túbulos afetados e tem uma estrutura menos regular, com poucos túbulos bem alinhados (Marshall et al., 1997; Roberson, 2002).

Relativamente à sua composição, a dentina possui 50% de volume mineral essencialmente hidroxiapatite, 30% de material orgânico, sendo na sua maioria colagénio tipo I e cerca de 20% de fluído, ou seja água, existindo ainda outras proteínas não colagenosas que estão presentes, mas em quantidades menores (Marshall et al., 1997).

Da dentina, fazem parte ainda túbulos dentinários que estão embebidos numa substância homogênea densa, a matriz de colagénio (Zagalo, 2010).

Os processos odontoblásticos são responsáveis pela formação destes túbulos. Os túbulos estão separados por dentina intertubular, composta por uma matriz de colagénio I, reforçada por apatite. O número de túbulos é menor próximo ao esmalte, cerca de 20 000/mm² apresentando também menor densidade junto à raiz. Já um maior número

destes aproximadamente 40 000/mm² localiza-se na superfície da pré-dentina, na junção da câmara pulpar (Direnzo et al., 1995, Marshall et al., 1997, Avery, 2001).

A existência de odontoblastos faz da dentina um tecido muito diferente do esmalte, sendo um tecido sensível, e com capacidade de reparação, porque os odontoblastos ou as células na polpa podem ser estimuladas a depositar mais dentina se a ocasião exigir (Anusavice, 2003).

2. ADESÃO

A adesão é utilizada em muitas situações na área de medicina dentária, sendo essencial ao médico dentista a compreensão dos princípios fundamentais associados a este fenómeno.

Designa-se por adesão, um fenómeno em que duas superfícies são mantidas juntas por forças físicas, químicas ou ambas com auxílio de um adesivo (ISO/TS 11405 de 2015).

O adesivo define-se como a substância capaz de manter os materiais juntos, enquanto que o aderendo é o corpo que é “colado” a outro corpo através do adesivo (ISO/TS 11405 de 2015).

Outra definição importante é a coesão, na qual as moléculas que estão em contacto são do mesmo tipo (Anusavice, 2003; Marshall et al., 2009).

Podemos ter diversos tipos de ligações, sendo estas a nível molecular, por meios mecânicos ou físicos (Anusavice, 2003; Marshall et al., 2009).

No esmalte, o modo mais eficaz para formar ligações fortes e duradouras, é a adesão física. Este procedimento utilizado na medicina dentária é conhecido como retenção micromecânica. O mecanismo fundamental da adesão às estruturas do dente pode ser considerado, simplesmente como uma troca pelo qual o material inorgânico do dente, hidroxiapatite, é substituído por resinas sintéticas. Este processo envolve duas partes: a primeira, a remoção da hidroxiapatite de forma a criar microporos, e a segunda numa infiltração de monómeros de resina nos microporos e subsequente polimerização. Este tipo de adesão envolve o condicionamento ácido (Marshall et al., 1997; Peumans et

al., 2005; Breschi et al., 2008; Marshall et al., 2009; Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009).

No caso da dentina, para que a adesão seja eficaz, está dependente da penetração de monómeros de resina na dentina desmineralizada e remoção parcial ou total da *smear layer* (Marshall et al., 1997; Peumans et al., 2005; Breschi et al., 2008; Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009).

Após o condicionamento ácido, ficam expostas as fibras de colagénio da matriz da dentina, devido à desmineralização, permitindo a infiltração adesiva. Como resultado, são formados *tags* de resina. Devido à natureza hidrofílica da matriz, o uso de monómeros com grupos hidrofílicos e hidrofóbicos melhoram a adesão.

A funcionalidade hidrofílica facilita a permeabilidade dos monómeros na matriz de colagénio permitindo a formação de uma camada híbrida colagénio-resina (Marshall et al., 1997; Anusavice, 2003; Breschi et al., 2008; Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009; Marshall et al., 2009).

A nível molecular ocorre a adesão química. Existem três diferentes tipos de ligações sendo estas: iónicas, covalentes e metálicas. Alguns monómeros ácidos com grupo fosfato ou carboxil têm o potencial adicional de formar ligações químicas com o cálcio existente no tecido residual do dente. *Yoshida et al. in* Nikaido et al., (2011) relataram que o potencial de ligação química era diferente entre os vários monómeros funcionais. Verificou-se que o MDP possui capacidade de estabelecer rapidamente uma ligação iónica intensa com a hidroxiapatite, podendo resultar esta ligação numa modificação do substrato, de forma que seja aumentada a longevidade da restauração. Estes monómeros funcionais, possuem papéis importantes, como por exemplo o condicionamento aos substratos dentários, o aumento da penetração dos monómeros e conferem ao adesivo potencial de interação química (Anusavice, 2003; Marshall et al., 2009).

Outra condição essencial para alcançar as ligações intra-orais de forma duradoura é a estabilidade hidrolítica, ou seja, a resistência à degradação química provocada pela água (Anusavice, 2003).

Existem ainda outros fatores que contribuem para uma boa adesão, como por exemplo: uma superfície dentária limpa; a superfície e a energia de superfície; molhabilidade; ângulo de contato e smear layer.

Relativamente á superfície dentária, esta deve estar limpa, livre de detritos orgânicos e biofilmes sendo essencial para que ocorra uma ligação adesiva eficaz sendo que estes só são removidos através do condicionamento ácido transformando a superfície, numa superfície de elevada energia, deixando de influenciar a adesão nos processos clínicos (Marshall et al., 2009).

A energia de superfície de um dente será maior, se a mesma estiver limpa quando comparada com a superfície de um dente não preparado, que apresenta menor energia de superfície (Anusavice, 2003).

O adesivo deve molhar o substrato, para que se dê a adesão (Marshall et al., 2009).

A molhabilidade é a capacidade de um líquido entrar em contacto íntimo com um substrato sólido, é uma etapa essencial para o sucesso de todos os mecanismos de adesão (Eick et al., 1997; Anusavice, 2003).

É uma propriedade importante porque para formar uma ligação através do mecanismo micromecânico, os monómeros húmidos devem estar intimamente ajustados ao esmalte de modo a preencher as suas irregularidades, bem como infiltrando o colagénio desmineralizado da dentina, por capilaridade (Anusavice, 2003; Marshall et al., 2009).

Na adesão é ainda importante referir o ângulo de contato, que representa o ângulo interno que uma gota do líquido faz em contacto com um sólido (Marshall et al., 2009).

Desta forma, um líquido é capaz de molhar o substrato sólido se o seu ângulo de contacto for inferior a 90° (Eick et al., 1997; Anusavice, 2003; Marshall et al., 2009).

A molhabilidade completa ocorre num ângulo de 0°, por outro lado, num ângulo de 180° não se observa molhabilidade (Marshall et al., 2009). Desta forma quanto menor for o ângulo de contacto, maior será a tendência para o líquido se espalhar, demonstrando que se a força de atracção entre moléculas do adesivo e moléculas do substrato é mais forte do que a atracção entre moléculas do adesivo; o adesivo líquido vai espalhar-se muito mais amplamente sobre a superfície sólida, possuindo o líquido melhor capacidade do adesivo em fluir e preencher as irregularidades na superfície do aderendo (Anusavice, 2003).

Ângulos de contacto menores são formados por monómeros líquidos em superfícies limpas de elevada energia, sendo o esmalte condicionado um exemplo destas superfícies, que incluem sólidos fortes, rígidos, cristalinos, e com pontos de fusão elevados, enquanto superfícies de energia mais baixas incluem sólidos mais suaves com materiais de ponto de fusão mais baixos, como por exemplo o colagénio da dentina (Marshall et al., 2009).

Smear Layer

Nos procedimentos clínicos, quando a dentina e o esmalte são preparados mecanicamente com instrumentos de corte, pode formar-se sobre a superfície destes substratos, uma camada de “filme orgânico” e detritos designada de *smear layer* (Anusavice, 2003; Perdigão, 2010).

Esta camada é constituída entre outras coisas por fibras de colagénio alteradas e desnaturadas e hidroxiapatite, que podem influenciar a adesão, a sua composição varia conforme a profundidade de modo a refletir a dentina em diferentes áreas do dente (Koibuchi H et al., 2001; Perdigão, 2010).

Deste modo vários tratamentos com agentes de limpeza bem como outros procedimentos são empregues de forma a remover (parcial ou totalmente) a *smear layer* ou aumentar as forças coesivas e outras propriedades (Anusavice, 2003).

2.1 Adesão ao Esmalte

Os adesivos dentários são soluções de monómeros de resina, que aderem o material restaurador ao substrato dentário - esmalte ou dentina, raramente ao cimento, após a polimerização dos monómeros (Jain, 2011).

A adesão ao esmalte, onde ocorre a retenção de resina, é conseguida devido ao condicionamento da superfície do substrato (Anusavice, 2003; Tsuchiya et al., 2010).

Este condicionamento é efectuado através da utilização de uma solução ácida, cujo objectivo é a remoção de smear layer que estejam na superfície do substrato, ou seja, como se fizesse uma profilaxia (Tsuchiya et al., 2010).

Através deste processo, utilizando ácido fosfórico, durante 15 segundos as porosidades da superfície exposta são aumentadas devido à desmineralização dos primas do esmalte (Yoshida et al., 2003, Oliveira et al., 2010; Perdigão & Reis, 2013)

Assim a infiltração da resina adesiva na zona porosa, resulta na formação de *tags* de resina que estabelecem uma retenção micromecânica com o esmalte condicionado (Yoshida et al., 2003; Tsuchiya et al., 2010; Perdigão e Reis, 2013).

De um modo geral, o efeito do condicionamento ácido está associado com os monómeros ácidos ou com soluções orgânicas, que podem interagir com a componente mineral do esmalte, melhorando assim a penetração do monómero e ainda um aumento da rugosidade que resultará num aumento da área adesiva (maior área para interacção mecânica) e maior facilidade de molhabilidade da superfície (Tsuchiya et al., 2010).

Esta técnica de condicionamento ácido é largamente usada para gerar uma superfície de alta energia no dente, e para promover humidade através dos monómeros dos adesivos (Anusavice, 2003).

2.2 Adesão à Dentina

De forma a melhor perceber como ocorre a adesão à dentina, devemos ter em conta a sua constituição (Direzzo et al., 1995).

O mecanismo de adesão à dentina é mais complexo que o esmalte, devido não só à sua estrutura e natureza húmida, bem como por este substracto sofrer alterações fisiológicas e patológicas (Direzzo et al., 1995; Perdigão e Reis, 2013).

A dentina caracteriza-se por possuir vários túbulos dentinários preenchidos por fluido, que se encontram próximos uns dos outros e que vão desde a polpa à junção amelodentinária (Anusavice, 2003; Marshall et al., 2009).

A eficácia deste mecanismo depende da penetração de monómeros de resina no substracto desmineralizado e da remoção parcial ou total da smear layer (Marshall et al., 1997; Peumans et al., 2005; Breschi et al., 2008; Marshall et al., 2009; Vaidyanathan e Vaidyanathan, 2009).

Através da desmineralização da superfície de dentina, os túbulos ficam abertos aumentando assim a microporosidade da dentina intertubular e ficando o colagénio exposto (Al Qahtani, 2010).

Com esta exposição das fibras de colagénio da matriz, a infiltração adesiva é tornada possível (Marshall et al., 1997; Anusavice, 2003; Breschi et al., 2008; Marshall et al., 2009; Vaidyanathan e Vaidyanathan, 2009).

A rede de colagénio que permanece após o condicionamento do substracto, provavelmente é a grande responsável pela resistência da força de adesão, quando é infiltrada por monómeros de resina (Al Qahtani, 2010).

Após ser infiltrada por monómeros de resina, ocorre a formação de uma camada de dentina infiltrada por resina, sendo esta responsável pela elevada força coesiva acima descrita. Logo irá ocorrer a formação de uma camada híbrida, que apresenta ligações muito fortes com a resina durante o desenvolvimento de uma rede interpenetrativa de polímeros e colagénio da dentina, juntamente com a camada de interface híbrida de dentina (Anusavice, 2003).

2.3 GERAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS DENTÁRIOS

Desde 1955 com Buonocore que foram surgindo vários sistemas adesivos, para as diversas estruturas do dente, como por exemplo o esmalte e a dentina. Devido às suas diferentes constituições, a adesão ao esmalte é mais simples do que à dentina. Assim as primeiras tentativas de união à dentina resultaram em ligações de fraca intensidade (Julian, 2013).

Ao longo dos anos foram surgindo vários tipos de sistemas adesivos que foram classificados de acordo com o seu aparecimento em gerações, de modo a ultrapassar os problemas de união dos materiais à superfície do dente.

2.3.1 1ª Geração

A primeira geração de adesivos surgiu em 1956 com Buonocore, onde este utilizou uma resina contendo o ácido dimetacrilato glicerofosfórico, a qual iria fazer o condicionamento ácido à dentina (Buonocore, 1955; Kugel & Ferrari, 2001; Coelho et al., 2012).

Acreditava-se que esta ligação era feita devido à interacção desta molécula de resina bifuncional com os iões cálcio de hidroxiapatite (Kugel & Ferrari, 2001).

Como isto não resultou, tentou-se resolver a situação através do uso de N-fenilglicina e de metacrilato de glicidilo, ou NPG-GMA (Buonocore, 1955; Kugel & Ferrari, 2001; Söderholm, 2007).

A NPG-GMA é uma molécula bifuncional, na qual uma das suas extremidades liga-se à dentina, enquanto a outra polimeriza a resina. (Roberson, 2002) Porém não apresentou um “futuro brilhante” uma vez que os resultados clínicos apresentados por esta geração foram fracos (Kugel & Ferrari, 2001; Söderholm, 2007).

2.3.2 2ª Geração

Novos adesivos à dentina foram desenvolvidos no final dos anos 70 do século 20, sendo esta a segunda geração de adesivos. Estes produtos eram compostos por resinas bis GMA / HEMA misturada com ésteres de halofósforo. O seu mecanismo de acção consistia numa interacção polar entre os grupos de fosfato de resina carregados

negativamente e os grupos de cálcio carregados positivamente, que estavam presentes na *smear layer* (Roberson, 2002).

Estas ligações eram fracas, e continuavam a apresentar resultados clínicos sem sucesso. No entanto, apresentavam uma melhoria significativa quando comparados com a geração anterior (Anusavice, 2003).

2.3.3 3ª Geração

A terceira geração de adesivos surgiu devido a um grande avanço, que ocorreu quando Fusayama e os seus colaboradores, em 1979 *in* Söderholm (2007) afirmaram conseguir fazer a ligação do condicionamento ácido à dentina sem reações da polpa. Para esta terceira geração também contribuiu Nakabayashi, *in* Söderholm (2007) que apresentou a teoria da camada híbrida no ano de 1982.

O condicionamento ácido da dentina nesta geração, remove e/ou modifica parcialmente a *smear layer* (Kugel & Ferrari, 2001; Anusavice, 2003).

Esta técnica usa um condicionador, o qual na maior parte das vezes é um ácido fraco (Söderholm, 2007).

O ácido deve ser lavado completamente antes de se aplicar o primer. Este primer contém monómeros de resina hidrofílica, que inclui o 4-META (hidroxietil trimelitato de anidrido), e o dimetacrilato de bifenilo (BPDm). Assim o primer infiltra-se na *smear layer*, devido à acção do seu grupo hidrofílico, modificando-a e promovendo a adesão à dentina, enquanto o grupo hidrófobo criava adesão à resina (Kugel & Ferrari, 2001).

Podia ser usado um produto com EDTA em vez do ácido, para remover a *smear layer* e expor o colagénio, de forma a ser possível tratar as fibras de colagénio expostas, primeiro com o aldeído e só depois com HEMA. Através deste tratamento, por uma reacção de condensação acreditava-se que o aldeído iria ligar-se quimicamente às fibras de colagénio, e que o HEMA iria depois ligar-se a essas moléculas de aldeído. As moléculas de HEMA, através do seu grupo metacrilato iriam reagir com o compósito (Söderholm, 2007).

No entanto, a união da *smear layer* com a dentina, não foi um grande sucesso, uma vez que as resinas não conseguiam penetrar nesta camada e também devido a esta camada ser fraca (Kugel & Ferrari, 2001).

Decorria o ano de 1994, quando Vanherle e o seu grupo mostraram num estudo clínico que a taxa de sucesso do adesivo Scotchbond 2, que pertencia à terceira geração de adesivos, excedeu os 95% depois de três anos. No entanto, este adesivo desapareceu do mercado, um pouco depois de ter sido aceite, devido ao seu mau armazenamento, sendo substituído por Scotchbond MP (Multi-Purpose Adhesive System). Este último seria já um adesivo de quarta geração (Söderholm, 2007).

2.3.4 4ª Geração

A quarta geração de sistemas adesivos remetia para a remoção completa da smear layer, desmineralização superficial da dentina inter e peritubular. Uma das características mais importantes da quarta geração era o uso de uma técnica de total-etch. Técnica esta que permitia em simultâneo o condicionamento ao esmalte e à dentina, através do uso do ácido fosfórico por aproximadamente 15 segundos, utilizando um solvente dissolvido num solvente orgânico (álcool, água ou acetona) que infiltrar-se-á na dentina condicionada, preparando assim a superfície do substrato para a adesão (Kugel & Ferrari, 2001; (Anusavice, 2003).

A superfície deve ser deixada húmida, de forma a evitar o colapso do colagénio. De seguida procede-se à aplicação de um primer - solução hidrofílica - para que esta possa infiltrar-se na rede de colagénio exposto, originando a camada híbrida. Porém, o termo “dentina húmida”, não foi em termos clínicos facilmente definida, e isto poderia levar a uma dentina excessivamente húmida ou seca, o que não seria desejado (Kugel & Ferrari, 2001).

Esta geração esteve associada também à tentativa realizada por Fusayama (1979) *in* (Kugel & Ferrari, 2001) de simplificar a ligação ao esmalte e à dentina, através do condicionamento com uma preparação constituída por 40% de ácido fosfórico. Como este procedimento não foi compreendido, levou a um colapso das fibras de colagénio que estavam expostas (Meerbeek & Vanherle, 1998).

Também associada a esta técnica, como já foi referido anteriormente, Nakabayashi (1982) *in* Vaidyanathan e Vaidyanathan (2009) havia relatado a formação de uma camada híbrida, definida como estrutura formada nos tecidos dentários duros (esmalte, dentina, cimento), pela desmineralização da superfície e da sub-superfície,

seguido de uma infiltração de monómeros com subsequente polimerização. Outra descoberta importante foi feita por Kanca (1992) *in* Vaidyanathan e Vaidyanathan (2009) que descobriu que um ambiente ligeiramente húmido, durante a ligação, melhorava a resistência de ligação, sendo este processo denominado de ligação húmida à dentina.

Nesta geração de adesivos a sua técnica de aplicação inclui três passos, sendo estes: “*Etch*” (condicionamento ácido ou condicionamento): aplicar por 15 segundos, lavar abundantemente e secar cuidadosamente sem secar; enquanto se mantém a dentina húmida; “*Prime*”: aplicar entre 1 a 5 camadas, secar cuidadosamente e “*Bond*” (resina de ligação): aplicar uma camada, secar com cuidado e aplicação de luz (Anusavice, 2003; Waldman, Vaidyanathan, & Vaidyanathan, 2008).

2.3.5 5ª Geração

Eis que surge a quinta geração de sistemas adesivos. De forma a simplificar a ligação à dentina, o primer e o adesivo foram combinadas, sendo conhecidos por mono-componentes (Söderholm, 2007).

Logo o procedimento clínico tornou-se mais simples, ocorrendo uma redução nos passos de ligação, e como consequência o tempo de trabalho também foi reduzido, uma vez que existia um equilíbrio entre os monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos de forma a exercerem, ao mesmo tempo, a função do “*primer*” e de resina adesiva (Kugel & Ferrari, 2001).

A técnica designada por One-bottle systems, facilitou o uso clínico, através da combinação do primer com os adesivos, numa única solução, para ser aplicada depois do condicionamento ao esmalte e à dentina simultaneamente (*the total-etch wet-bonding technique*). Esta técnica é aplicada durante 15 segundos e na sua constituição possui entre 35-37% de ácido fosfórico. Apresenta uma força de união eficaz, quer para o condicionamento da dentina, como do esmalte.

É uma técnica que actua através de um sistema de bloqueio mecânico com condicionamento da dentina, por intermédio dos tags de resina, dos ramos laterais dos adesivos e ainda através da formação da camada híbrida (Kugel & Ferrari, 2001).

Porém as desvantagens continuavam a existir, sendo exemplos disto resíduos de smear layer, que permaneciam entre o adesivo e a dentina, e o facto da solução aquosa necessitar de ser constantemente refrigerada (Kugel & Ferrari, 2001).

A sua aplicação é efectuada em dois passos: Condicionamento ácido: aplicar por 15 segundos, lavar por 15 segundos e secar cuidadosamente; enquanto se mantém a dentina húmida; “Prime e Bond”: Aplicar entre 1 a 5 camadas, secar cuidadosamente; aplicação de luz (Anusavice, 2003).

2.3.6 6ª Geração

Mais recentemente, foram desenvolvidos vários sistemas de adesivos, sendo estes conhecidos como a sexta geração.

Na sexta geração, os self-etching primers apesar de conterem na mesma solução o condicionamento ácido+primer, é necessário uma aplicação individual da resina adesiva, sendo então constituída por duas etapas. (Anusavice, 2003; Peumans et al., 2005; Munck et al., 2005)

Assim na 6ª geração, o primeiro passo “Etch and Prime” corresponde a 1 aplicação sem lavagem e com secagem de forma cuidada; no segundo passo há a aplicação de 1 camada, secagem, e por fim aplicação de luz (Anusavice, 2003).

Nesta técnica é utilizada uma solução aquosa, constituída por 20% fenil-P em 30% de Hema. Como em todas as técnicas esta possui vantagens e desvantagens, sendo que a combinação das duas etapas, como já foi anteriormente referido veio reduzir o tempo da realização do trabalho clínico, eliminar o risco do colagénio colapsar e eliminar o passo em que se lavava o gel ácido (Kugel e Ferrari, 2001).

Nestes sistemas os monómeros ácidos constituintes do primer, vão ser responsáveis através da infiltração da smear layer, pela remoção da hidroxiapatite da dentina expondo o colagénio intertubular, que resultará na formação de uma camada híbrida diferente, que possui uma zona da smear layer hibridizada e uma local inferior na dentina demineralizada, quer pelo primer quer pela resina (Honorato et al., 2010).

2.3.7 7ª Geração

Nestes sistemas, as ligações são caracterizadas devido à possibilidade de ligação adequada tanto ao esmalte como a dentina, através do uso de uma única solução, self-etching adhesives (sistemas de um passo ou all-in-one) (Anusavice, 2003; Hashimoto, Fujita, Endo, & Ohno, 2009; Kugel & Ferrari, 2001; Peumans et al., 2005; Waldman et al., 2008).

A sétima geração é apenas constituída por um único passo, em que o passo único é designado por “Etch, Prime and Bond, onde se aplica entre 1 a 5 camadas sem lavagem, seca-se com cuidado, e por último há a aplicação de luz (Anusavice, 2003).

A procura de um sistema, no qual se verifique uma simplificação clínica dos procedimentos, corresponderá a realização de um sistema ideal (Söderholm, 2007).

Estes dois últimos sistemas são classificados de acordo com o seu pH, número de etapas e grau de agressividade, diz-se que os self-etching adhesives cujo pH é inferior a 1 são designados por “fortes” sendo mais agressivos quando comparados com os self-etching primers que apresentam um pH com variações entre 1 e 2,5 sendo estes designados por “médios” (Peumans et al., 2005; Munck et al., 2005).

Desta forma a principal diferença entre a 6ª e a 7ª geração de adesivos está associada as etapas que cada uma das gerações inclui, como já foi referido.

1.3 NOMENCLATURA ACTUAL

Em 2003, Van Meerbeek et al., introduziram uma nova nomenclatura para os adesivos, sendo estes classificados de uma forma mais simples, devido ao aumento do conhecimento da composição, características e mecanismos de adesão de cada um dos sistemas adesivos.

Deste modo, passaram os adesivos a designar-se por sistemas adesivos *Etch-and-rinse* e *Self-etch primer*, de acordo com a sua interacção com a *smear layer*. Os sistemas adesivos *Etch-and-rinse* possuem apenas 2 ou 3 passos, ocorrendo nestes a remoção da *smear layer*, sendo o condicionamento ácido feito em separado. Por seu lado, os adesivos *Self-etch primer* são constituídos por 1 ou 2 passos, mantêm a *smear layer*, e ainda possuem simultaneamente o condicionamento ácido juntamente com o primer, ou o primer com o adesivo (Yoshida et al., 2003).

Assim de forma resumida, houve um conceito inovador a nível dos self-etching primers que se caracterizou pela junção na mesma etapa, do condicionamento ácido e do primer, em que os adesivos baseiam-se no uso de monómeros acidificados hidrofílicos, sendo por isso mais tolerantes ao teor de água na superfície (Torres et al., 2004).

Os self-etching adhesives surgiram como evolução em relação aos self-etching primers, seguindo o princípio de simplificação da técnica adesiva e de redução do tempo e do número de passos clínicos necessários para estabelecer adesão ao esmalte e à dentina (Coelho et al., 2012).

Nesta nomenclatura os sistemas “Etch-and-Rinse” correspondem à 4^a e 5^a Geração, enquanto os sistemas “Self-Etch” correspondem à 6^a e 7^a Geração (Yoshida et al., 2003).

1.4 SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS OU MULTI MODO

Nos dias de hoje, a tecnologia dos sistemas adesivos apresenta uma tendência para a simplificação nos processos de adesão, através da redução dos passos da aplicação do adesivo, o que reduz o tempo do ato clínico e ainda diminui a sensibilidade da técnica (Marchesi et al., 2014).

Neste sentido, os sistemas adesivos self-etch de um passo podem ser considerados como o protocolo adesivo mais simplificado, e pode ser utilizado clinicamente como meio de união de compósitos tanto ao esmalte como à dentina. Apesar de serem adesivos de apenas um único passo de aplicação, estes contêm todas as etapas, ou seja, o condicionamento da superfície, a iniciação e a adesão (Hanabusa et al., 2012).

Nos últimos tempos um novo tipo de sistema adesivo self-etch foi introduzido, sendo estes classificados como “universal” ou “multi modo”. Estes podem ser aplicados com as técnicas adesivas, etch-and-rinse, self-etch ou selective enamel etching. Através desta abordagem múltipla, com a aplicação na vertente selective enamel etching, o médico consegue reunir as vantagens da técnica etch-and-rinse no esmalte, juntamente com a técnica self-etch na dentina através de uma ligação química aos cristais de hidroxiapatite (Hanabusa et al., 2012).

Estes sistemas adesivos self-etch conseguem estabelecer uma ligação química eficaz no que diz respeito à adesão aos cristais de hidroxiapatite que se encontram no esmalte e na dentina, devido a terem incluídos na sua composição um monómero funcional 10-MDP (10-metacrilato-1-dihidrogeniofosfato-decano) (Marchesi et al., 2014; Y. Yoshida et al., 2012).

1.5 RESINAS BULK-FILL

Durante os últimos anos, o conceito de dentisteria minimamente invasiva sugere que quando existam restaurações com danos menores, estas possam ser reparadas em vez de serem totalmente sempre que seja clinicamente viável. Quando se falam em restaurações com danos menores, estamos a referir a presença de pequenas fraturas, ausência de infiltração marginal e cárie secundária (De Jesus Tavares et al., 2017).

No que diz respeito aos sistemas adesivos, existe frequentemente avanços e descobertas na sua tecnologia. Por outro lado em termos de compósitos estes avanços não são tão frequentes assim (Campos et al., 2014).

Ao serem feitas restaurações diretas, com resinas compostas, uma das preocupações dos médicos dentistas consiste em é reduzir o stresse causado pela contração de polimerização (El-Damanhoury & Platt, 2014).

Neste contexto, foi introduzido recentemente um novo compósito, conhecido como resinas Bulk-Fill, ou técnica de preenchimento em bloco (bulk). Este compósito apresenta como características vantajosas a redução da contração de polimerização; a presença de sistemas de iniciação modificados, que permitem que estes sejam colocados em camadas com 4 mm de espessura com a polimerização adequada; têm alta reatividade à luz (não necessitam de um tempo de exposição prolongado); maior fluidez e melhor penetração em cavidades de acesso difícil (Campos et al., 2014).

Outra razão pela qual estas resinas receberam uma maior atenção e interesse por parte dos clínicos foi o fato da sua técnica de aplicação, ao poder ser feita em camadas de espessura superior aos “tradicionais” 2mm, acaba por ser mais simples, tornando o trabalho mais rápido e economiza tempo durante as consultas (Ilie, 2017).

1.6 TÉCNICA LABORATORIAL

Na cavidade oral, quando são realizadas restaurações com sistemas adesivos, não podemos descurar os factores que podem influenciar este tipo de procedimento. A restauração será exposta a forças de mastigação, variações de pH, tensões térmicas, químicas e mecânicas, infiltrações podendo qualquer um destes factores actuar quer seja independentemente quer simultaneamente. Torna-se necessário observar com mais atenção estas situações que influenciam o procedimento clínico *in vivo*, de forma a reproduzir *in-vitro* o que acontece na cavidade oral, com o objectivo de melhorar estes aspetos *in-vivo* (Gale & Darvell, 1999; Roberson et al., 2002; Saboia et al., 2009; Ruben et al., 2013).

O sucesso das restaurações adesivas depende de vários fatores, como foi já anteriormente referido (Amaral et al., 2007).

Uma ligação estável entre a resina e os substratos dentários parece ser um dos aspetos mais importantes na prática clínica. Desta forma uma boa adaptação do material

restaurador às margens da cavidade é um dos fatores que contribuí para o sucesso das restaurações (Hashimoto et al., 2009; Liu, Liu, Qian, Zhu, & Zhao, 2014)

Uma interface adesiva fraca pode levar à perda das restaurações a longo prazo (Amaral et al., 2007).

Nos sistemas adesivos atuais, quer seja self-etch ou etch-and-rinse, o seu mecanismo de acção baseia-se na formação de uma camada híbrida (Waidyasekera, Nikaido, Weerasinghe, Ichinose, & Tagami, 2009; Albaladejo, Osorio, Toledano, & Ferrari, 2010; Hashemikamangar, Pourhashemi, Nekooimehr, & Dehaki, 2016)

A camada híbrida resultante da interação das fibras de colagénio da dentina desmineralizada e os monómeros de resina dos sistemas adesivos, é o principal mecanismo de união entre os compósitos restauradores e o substrato, sendo muito importante para a viabilidade das restaurações (Amaral et al., 2007; Hashimoto et al., 2009). Esta camada, é bastante susceptível à hidrólise, levando ao enfraquecimento da união da dentina/adesivo (Amaral et al., 2007; Armstrong et al., 2010).

Segundo alguns autores, os ácidos existentes no biofilme oral podem influenciar negativamente a resistência adesiva dos sistemas adesivos, ao nível da dentina (Hashemikamangar et al., 2016).

O ácido láctico é um ácido carboxílico com grupos funcionais-OH e -COOH na sua constituição. É muito provável que estes grupos funcionais formem ligações de hidrogénio com a extremidade polar de monómeros de metacrilato presentes na matriz do agente de união tais como -OH em Bis-GMA, -O- em TEGDMA e Bis-EMA e NH em UDMA, levando a um maior amolecimento da matriz (Hashemikamangar et al., 2016).

As restaurações em resina composta apresentam algumas vantagens em relação às restaurações de amálgama. Estas vantagens traduzem-se em melhores resultados estéticos e propriedades adesivas favoráveis, resultando numa cavidade com tamanho menor e um fortalecimento da estrutura dentária remanescente (Khoroushi et al., 2015).

Atualmente na realização de restaurações dentárias, as resinas compostas são muito utilizadas. No entanto, alguns fatores como por exemplo o stress devido à contração de polimerização, acabam por comprometer o sucesso das mesmas. A acumulação de tensões nas paredes da cavidade restaurada pode levar a microinfiltração (Korkmaz, Baygin, Tuzuner, Bagis, & Arslan, 2013; Hashemikamangar et al., 2016).

1.6.1 Microinfiltração

A microinfiltração define-se como uma penetração de bactérias, fluidos, moléculas ou iões nos espaços que se formam entre as paredes da cavidade e os materiais restauradores (Weinmann, Thalacker, & Guggenberger, 2005; Waldman et al., 2008; Korkmaz et al., 2013; Hashemikamangar et al., 2016; Khoroushi & Ehteshami, 2016).

Estes espaços podem resultar em sensibilidade, cáries recorrentes, descoloração das margens da restauração, irritação da polpa e consequentemente o insucesso da restauração. Desta forma, devem-se procurar adoptar medidas que tentem evitar o aparecimento de microinfiltração quando estamos a aplicar um sistema adesivo (Waldman et al., 2008, Hashemikamangar et al., 2016; Khoroushi & Ehteshami, 2016)

Diversos fatores influenciam a interface dente/restauração, levando ao aparecimento da microinfiltração. Alguns destes fatores são: a força de adesão entre o adesivo e a estrutura do dente, tensões residuais devido à contração da resina composta por polimerização, discrepâncias entre os coeficientes de expansão térmica do esmalte e dentina, por um lado, e do material restaurador, por outro lado, e forças oclusais (Khoroushi et al., 2015).

Apesar de todos estes problemas associados à microinfiltração, existem diversas formas de os contornar e evitar o seu aparecimento. Como soluções podemos diminuir o stress da contração de polimerização, através da desaceleração da polimerização composta, substituir os cimentos de “dual-cure” por “self-cure”, colocar uma camada espessa de adesivo por baixo da resina composta e ainda a aplicação da resina composta pela técnica incremental (Hashemikamangar et al., 2016).

A microinfiltração pode ser detetada através de várias técnicas (Stalin & Varma, 2005; Liu et al., 2014; Khoroushi & Ehteshami, 2016).

A técnica que envolve a penetração do corante, é uma técnica barata, ou seja acessível sendo normalmente a mais utilizada (Oliveira et al., 2003; Stalin & Varma, 2005, Korkmaz et al., 2013; Liu et al., 2014; S. S.; Khoroushi & Ehteshami, 2016;).

No método convencional, o dente depois de restaurado é colocado imerso numa solução corante. Após esta etapa é cortado no centro da restauração para avaliar a

microinfiltração existente nas margens coronais e cervicais da restauração, sendo observada através de um microscópio (Liu et al., 2014;Khoroushi & Ehteshami, 2016)

3. OBJETIVOS

Avaliar a microinfiltração marginal em sistemas adesivos universais nas suas vertentes Self-Etch e Etch-and-Rinse.

3.1 Hipóteses Experimentais

Hipóteses Nulas:

Hipótese Nula 1: Não existem diferenças estatísticas significativas na microinfiltração marginal, entre os 3 sistemas adesivos universais estudados;

Hipótese Nula 2: Não existem diferenças estatísticas significativas, nas diferentes formas de aplicação, Etch and Rinse e Self Etch, dos sistemas adesivos estudados.

Hipóteses alternativas:

Hipótese Alternativa 1: Existem diferenças estatísticas significativas na microinfiltração marginal, entre os 3 sistemas adesivos universais estudados;

Hipótese Alternativa 2: Existem diferenças estatísticas significativas, nas diferentes formas de aplicação, Etch and Rinse e Self Etch, dos sistemas adesivos estudados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 30 dentes humanos, hígidos, extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais, cedidos pelo banco de dentes do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. A investigação decorreu de acordo com as regras da Comissão de Ética (Anexo 1).

Posteriormente os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual em 2 metades, ficando com 6 grupos de n=10, sendo:

Grupo 1 (*ScotchbondTM Universal Adhesive* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) (Fig.1) (Tabela 1) - 1.1. Modo de aplicação Etch-and-Rinse; 1.2 Modo de aplicação Self-Etch;

Grupo 2 (*OptiBondTM Solo Plus* (Kerr, Orange, CA, USA) (Fig.2) (Tabela 1) - 2.1 Modo de aplicação Etch-and-Rinse; 2.2 Modo de aplicação Self-Etch;

Grupo 3 (*ONE COAT 7 UNIVERSAL*, COLTENE) Fig.3) (Tabela 1) - 3.1 Modo de aplicação Etch-and-Rinse; 3.2 Modo de aplicação Self-Etch.



Figura 1- ScotchbondTM Universal Adhesive (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)



Figura 2- OptiBondTM Solo Plus (Kerr, Orange, CA, USA)



Figura 3- ONE COAT 7 UNIVERSAL (COLTENE)



Figura 4- Gel Etchant (Kerr, Orange, CA, USA)



Figura 5 - Resina composta Filtek Bulk-fill (3 EM ESPE, St. Paul, MN, USA)

Tabela 1 - Materiais utilizados e suas composições

MATERIAL	COMPOSIÇÃO
ScotchBond™ Universal Adhesive (3 EM ESPE, St. Paul, MN, USA)	Bis-GMA, HEMA, água, etanol, sílica tratada com silano, 10-MDP
Filtek Bulk-Fill Resina composta (3 EM ESPE, St. Paul, MN, USA)	AUDMA,UDMA,AFM,DDMA,Zircônio, Sílica
Gel Etchant (Kerr Dental)	Ácido fosfórico (37,5%), espessante de sílica
OptiBond™ Solo Plus (Kerr Dental)	Álcool, etanol, metacrilato de 2-hidroxietilo, hexafluorossilicatos alcalinos, fluorossilicatos alcalinos
ONE COAT 7 UNIVERSAL (Coltène, Cuyahoga Falls, OH, USA)	Metacrilatos, fotoiniciadores, etanol, água 10-MDP

Tabela 2- Grupos Experimentais

Grupo 1	
Scotchbond™ Universal	1.1 Modo de aplicação Etch-and-Rinse
	1.2 Modo de aplicação Self-Etch
Grupo 2	
OptiBond™ Solo Plus	2.1 Modo de aplicação Etch-and-Rinse
	2.2 Mode de aplicação Self-Etch
Grupo 3	
ONE COAT 7 UNIVERSAL	3.1 Modo de aplicação Etch-and-Rinse
	3.2 Modo de aplicação Self-Etch

As cavidades de classe II, foram confeccionadas nas faces mesial e distal (Fig.5) e (Fig.6), com um diâmetro de 3 mm, e uma profundidade com cerca de 1 mm.

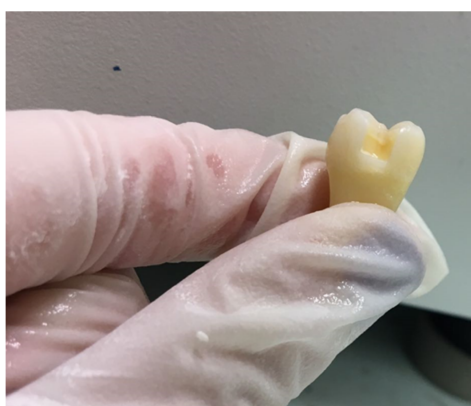


Figura 6 – Cavidades a mesial e distal



Figura 7 – Cavidades a mesial e distal

As cavidades foram restauradas com resina composta, *Filtek Bulk-Fill* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) (Fig.10) em camadas de aproximadamente 4 mm cada, tendo sido aplicado previamente o sistema adesivo (Fig.9) de acordo com as indicações do fabricante. Cada uma das camadas foi polimerizada (Fig.11) com o aparelho de fotopolimerização *Elipar Deep Cure-S* (3M ESPE, St. Paul, EUA).

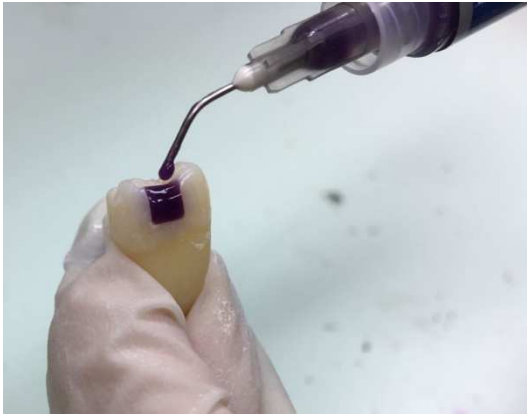


Figura 8- Aplicação do ácido



Figura 9- Aplicação do sistema adesivo

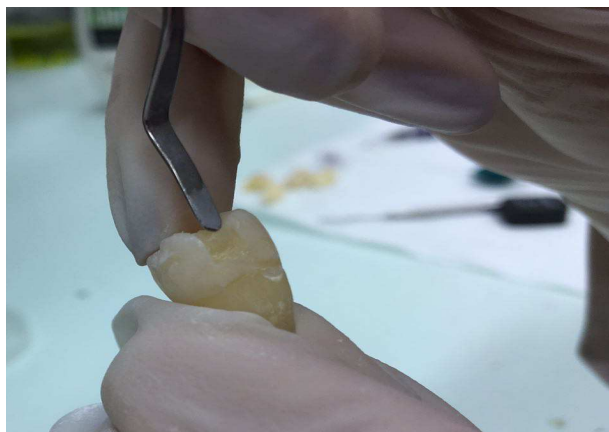


Figura 10 - Aplicação da resina composta Bulk- fill

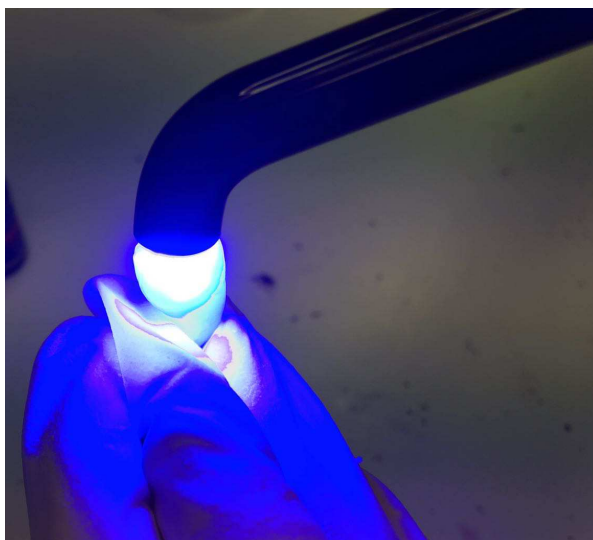


Figura 11 – Fotopolimerização da restauração

Seguidamente as amostras foram mergulhadas numa solução fucsina básica (Fig.12) a 0.5% e armazenados numa estufa de incubação a 37°C (Memmert INE 400, Memmert, Germany) (Fig.13) durante 24h, de acordo com a norma ISO 11405 de 2015.

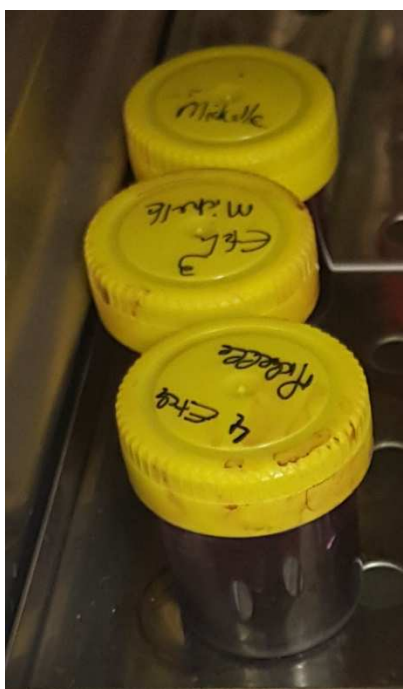


Figura 12- Amostras mergulhadas
em fucsina



Figura 13- Estufa de incubação
(Memmert INE 400, Memmert, Germany)

Decorrido este período os dentes foram colocados num suporte de acrílico (Fig. 14) e seccionados na direção mesio-distal num micrótomo (Fig.15) de tecidos duros (Accutom-50, Struers, Dinamarca). Os cortes foram efetuados paralelamente (Fig.16) ao longo eixo do dente utilizando-se uma lâmina de baixa velocidade, sob irrigação de água.



Figura 14- Dentes no suporte de acrílico



Figura 15- Amostras cortadas

Após a obtenção das amostras estas foram observadas numa lupa estereoscópica (Leica MZ6, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha) (Fig.16) com uma ampliação de 40x, para avaliação da microinfiltração marginal de acordo com o seguinte código: 0= sem penetração (Fig.17); 1= penetração apenas em esmalte da parede cavitária (Fig.18); 2= penetração até à dentina da parede cavitária (Fig.19) e 3= penetração, que inclui a parede pulpar da cavidade (Fig.20).



Figura 16- Lupa estereoscópica (Leica MZ6, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha)

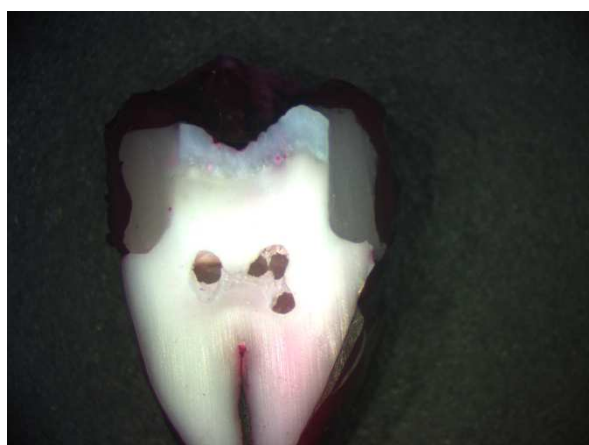


Figura 17- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 0



Figura 18- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 1



Figura 19- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 2



Figura 20- Imagem da amostra onde se vê o interface restauração/superfície dentária com grau 3

Após a observação das amostras na lupa, foi-se verificar para cada um dos sistemas adesivos, em que região dentária foi possível ou não a visualização da microinfiltração, de acordo com o código anteriormente referido.

5. RESULTADOS

Neste estudo, de acordo com os resultados obtidos, recolheram-se os seguintes dados:

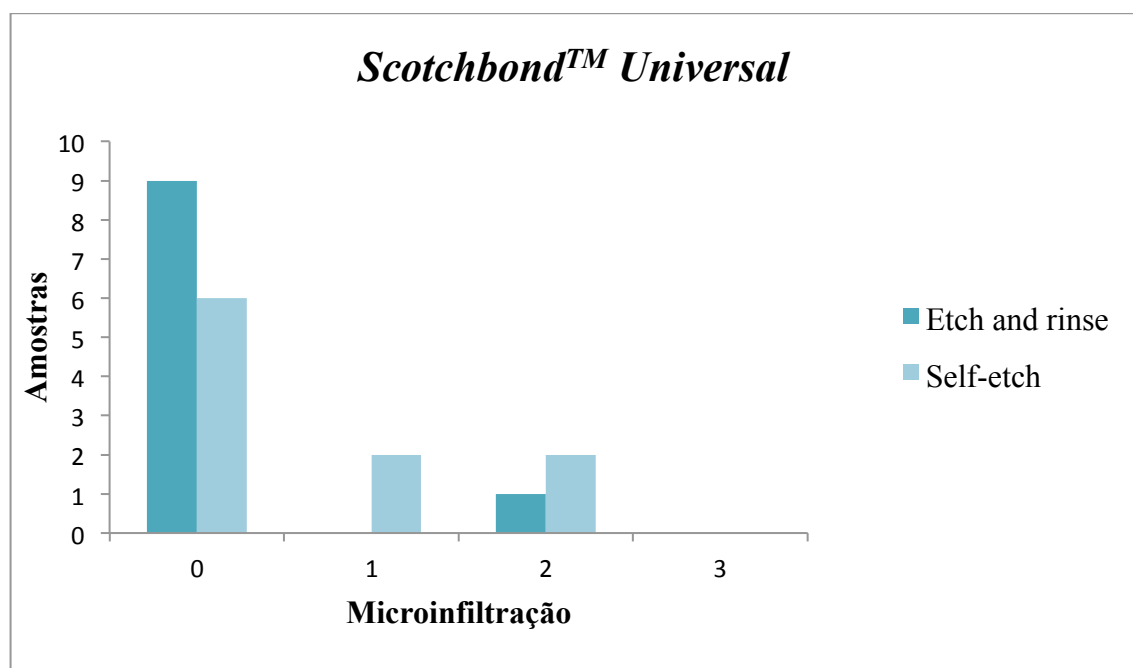


Gráfico 1- Sistema Adesivo Scotchbond™ Universal

Do total de 20 amostras do Grupo 1, como se vê no gráfico 1 não se observou microinfiltração (código 0) em 15 amostras, das quais 9 foram na forma de aplicação Etch-and-Rinse (1.1) e 6 na forma de aplicação Self-Etch (1.2); observou-se penetração apenas em esmalte da parede cavitária (código 1) em 2 amostras Self-Etch; penetração até à dentina da parede cavitária (código 2) em 3 amostras sendo 1 na aplicação Etch-and-Rins, e 2 no Self-Etch e o (código 3) penetração, que inclui a parede pulpar da cavidade não foi encontrado em nenhuma das amostras. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

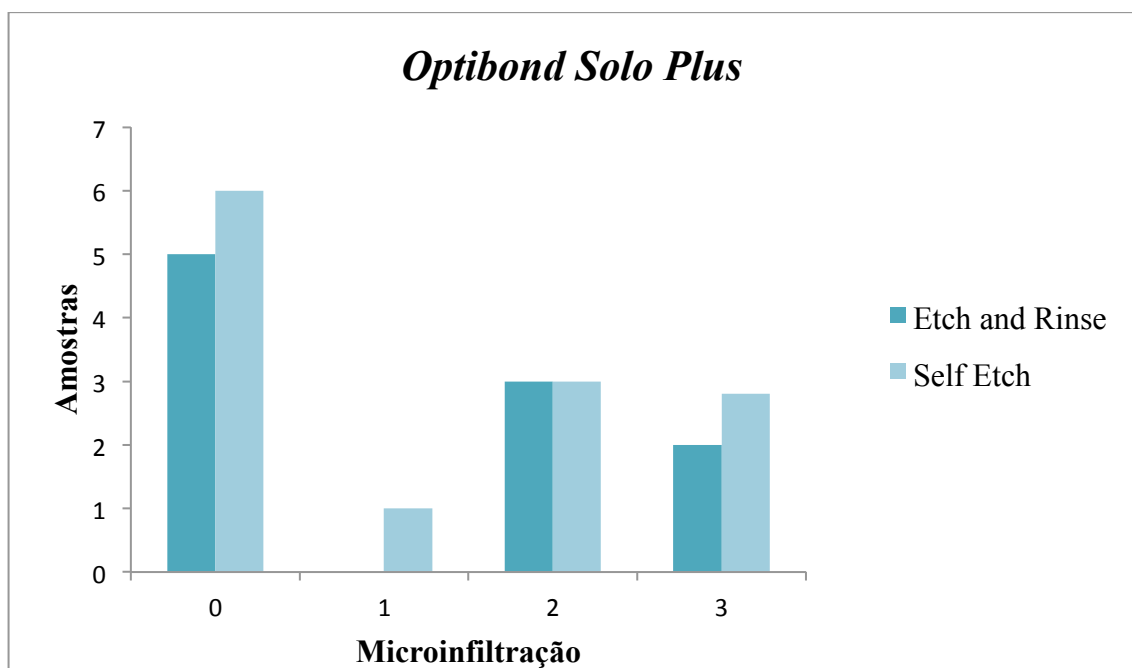


Gráfico 2- Sistema Adesivo *OptiBond™ Solo Plus*

Do total de 20 amostras do Grupo 2, como se vê no gráfico 2 não se observou microinfiltração (código 0) em 11 amostras, das quais 5 foram na forma de aplicação Etch-and-Rinse (2.1) e 6 na forma de aplicação Self-Etch (2.2); observou-se penetração apenas em esmalte da parede cavitária (código 1) em 1 amostra Self-Etch; penetração até à dentina da parede cavitária (código 2) em 6 amostras. Sendo 3 delas na forma de aplicação Etch-and-Rinse, as outras 3 na forma de aplicação Self-Etch; o (código 3) penetração, que inclui a parede pulpar da cavidade em 2 amostras apenas na forma de aplicação Etch-and-Rinse. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

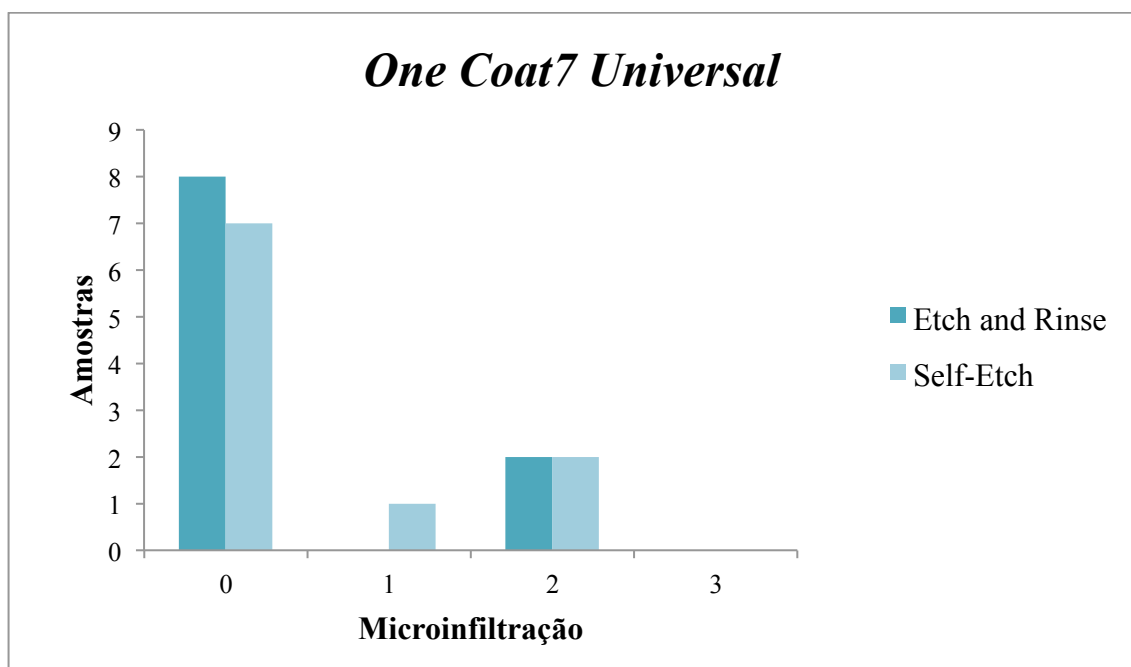


Gráfico 3- Sistema Adesivo *One Coat7 Universal*

Do total de 20 amostras do Grupo 3, como se vê na gráfico 3 não se observou microinfiltração (código 0) em 15 amostras, das quais 8 foram na forma de aplicação Etch-and-Rinse (3.1) e 7 na forma de aplicação Self-Etch (3.2); observou-se penetração apenas em esmalte da parede cavitária (código 1) em 1 amostra Self-Etch; penetração até à dentina da parede cavitária (código 2) em 4 amostras, sendo 2 delas na forma de aplicação Etch-and-Rinse, as outras 2 na forma de aplicação Self-Etch; o (código 3) penetração, que inclui a parede pulpar da cavidade não se observou em nenhuma amostra. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

5.1 Estatística

Para a realização da estatística, recorreu-se ao programa SPSS (SPSS 24 SPSS.Inc). Nesta análise aplicou-se o teste de qui-quadrado para a independência, comparando-se assim os 3 diferentes sistemas adesivos para a prevalência de infiltração. A tabela 3 apresenta as contagens de casos de infiltração para cada tipo de adesivo. O teste qui-quadrado (Tab 4) mostra que, ao nível de significância de 5%, não se verificam diferenças entre os 3 tipos de adesivo no que respeita à prevalência de infiltração ($p = 0.292$).

Tab 3. Adesivo * Infiltração Crosstabulation

			Infiltração		
			sem infiltração	infiltrado	Total
adesivo	SB	Count	15	5	20
		% within adesivo	75,0%	25,0%	100,0%
		% within Infiltração	36,6%	26,3%	33,3%
	OB	Count	11	9	20
		% within adesivo	55,0%	45,0%	100,0%
		% within Infiltração	26,8%	47,4%	33,3%
	OC	Count	15	5	20
		% within adesivo	75,0%	25,0%	100,0%
		% within Infiltração	36,6%	26,3%	33,3%
Total		Count	41	19	60
		% within adesivo	68,3%	31,7%	100,0%
		% within Infiltração	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 3- Casos de infiltração para cada tipo de adesivo.

De acordo com a tabela acima, o número de amostras sem infiltração foi o mesmo para os sistemas adesivos *ScotchbondTM Universal* e *ONE COAT7 UNIVERSAL*, sendo que o *OptiBondTM Solo Plus* apresentou um maior número de amostras com infiltração, (ainda que não seja estatisticamente significativo) quando comparado com os outros dois.

Tab 4. Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)
Pearson Chi-Square	2,465 ^a	2	,292
Likelihood Ratio	2,407	2	,300
Linear-by-Linear Association	,000	1	1,000
N of Valid Cases	60		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,33.

Tabela 4 – Teste estatístico do Qui-quadrado

Compararam-se os 2 protocolos diferentes (Etch-and-Rinse/Self-Etch) para a prevalência de infiltração, mediante aplicação do teste de qui-quadrado para independência. A tabela 5 apresenta as contagens de casos de infiltração sob cada protocolo. O teste exacto de Fisher (Tab 6) mostra que, ao nível de significância de 5%, não se verificam diferenças entre os 2 protocolos no que respeita à prevalência de infiltração ($p = 0.580$)

Tab 5. Protocolo * Infiltração Crosstabulation

			Infiltração		
			sem infiltração	infiltrado	Total
protocolo	ER	Count	22	8	30
		% within protocolo	73,3%	26,7%	100,0%
		% within Infiltração	53,7%	42,1%	50,0%
	SE	Count	19	11	30
		% within protocolo	63,3%	36,7%	100,0%
		% within Infiltração	46,3%	57,9%	50,0%
Total	Count	41	19	60	
	% within protocolo	68,3%	31,7%	100,0%	
	% within Infiltração	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabela 5 - Contagens de casos de infiltração para cada protocolo

Na tabela 5 é possível ver que o protocolo de aplicação “Etch-and Rinse” apresentou um maior número de amostras sem infiltração relativamente ao modo “Self-Etch”.

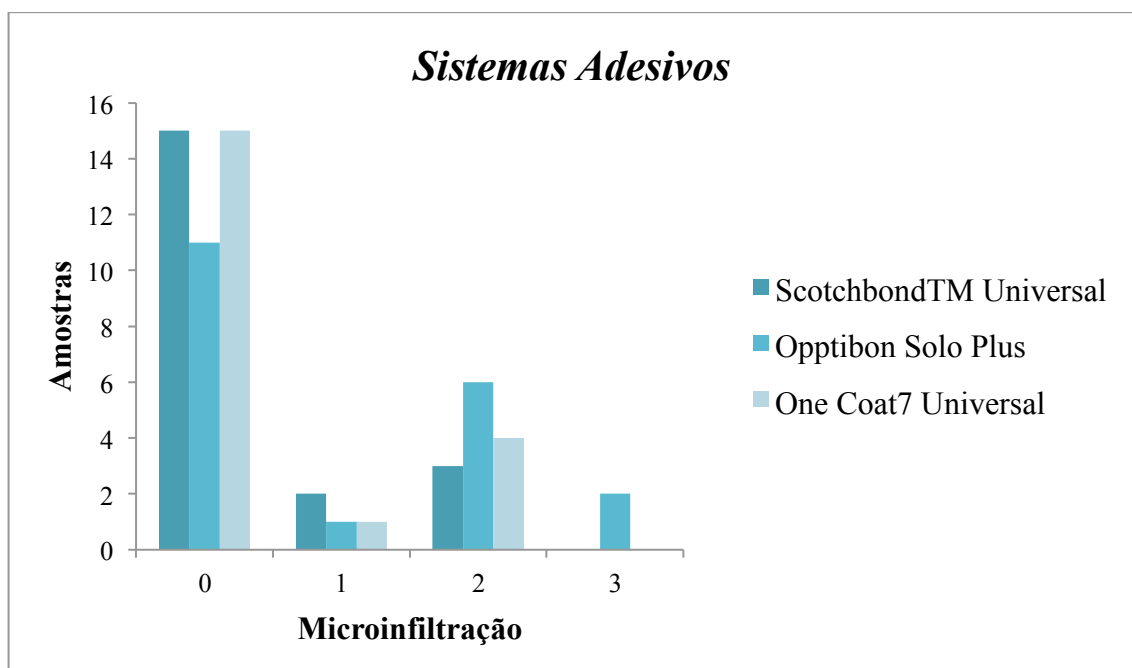


Gráfico 4 - Número total de amostras dos 3 sistemas adesivos de acordo com os graus de microinfiltração

Tab 6. Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	,693 ^a	1	,405		
Continuity Correction ^b	,308	1	,579		
Likelihood Ratio	,695	1	,404		
Fisher's Exact Test				,580	,290
Linear-by-Linear Association	,682	1	,409		
N of Valid Cases	60				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,50.

b. Computed only for a 2x2 table

6. Discussão

Os objetivos deste estudo foram avaliar a microfiltração marginal, de três sistemas adesivos, relativamente às diferenças entre eles, e ainda avaliar as diferenças existentes nos mesmos, através das formas de aplicação Etch-and-Rinse e Self- Etch.

A avaliação da microfiltração foi realizada através da observação das amostras na lupa, onde se classificou como, código 0 (sem penetração do corante); 1 (penetração do corante no esmalte); 2 (penetração do corante na dentina sem envolvimento da parede pulpar da restauração) e por fim 3 (penetração do corante na dentina com envolvimento da parede pulpar da restauração).

Existem diferentes técnicas para detecção da microinfiltração, tendo sido descritas por vários autores, entre eles (Stalin & Varma, 2005; Khoroushi & Ehteshami, 2016).

Neste estudo utilizou-se a técnica de penetração do corante, tendo sido utilizada a fucsina básica a 0,5%. Segundo alguns autores, como Kermanshah et al., Bahari et al., este método que envolve a penetração do corante é uma técnica económica, prática e de fácil uso, sendo assim a mais comumente utilizada (Stalin & Varma, 2005; Korkmaz et al., 2013;Khoroushi & Ehteshami, 2016).

Nos últimos anos, os tratamentos dentários estéticos, tem-se tornado muito populares, levando muitas pessoas em busca de dentes bonitos, e do “sorriso encantador”. Esta procura aparece associada a uma constante evolução e modificação nos sistemas adesivos, bem como nos materiais restauradores.

Alguns autores como Bahari et al., (2017), Tuna et al., (2017) referem que a degradação hidrolítica é uma realidade dos sistemas adesivos. A literatura diz que os sistemas adesivos Self-Etch de 1 passo apresentam maior degradação hidrolítica quando são comparados aos adesivos etch-and-rinse de três etapas ou self-etch de dois passos. Uma explicação para esta degradação é o fato dos adesivos conterem na sua composição água e monómeros mais hidrofílicos, e ainda não apresentarem a camada adesiva hidrofóbica. As interfaces destes adesivos atuam como membranas semi-permeáveis que deixam a água movimentar-se e assim ocorre a degradação.

Existem diversos sistemas adesivos no mercado, tais como os Etch-and-Rinse, Self-Etch e ainda os recentes sistemas adesivos Universais. A principal diferença entre os sistemas Self-Etch e Etch-and-Rinse, consiste na eliminação da utilização do passo em separado do ácido fosfórico a 35% (ER) assim como na necessidade de “passar por água/enxaguar” após o condicionamento ácido (Tuna et al., 2017).

Os sistemas adesivos de um passo foram desenvolvidos para minimizar o número de etapas clínicas, uma vez que incluem o iniciador/primer e o adesivo numa única garrafa. Além dessa vantagem, esses sistemas reduzem a sensibilidade da técnica e o risco de erros durante a sua aplicação (Sánchez-Ayala et al., 2013).

Os sistemas Self-Etch, tem monómeros ácidos, derivados de grupos ácido carboxílico (4-META) ou grupos ácido fosfato (fenil-P, 10-MDP, PENTA), causando a desmineralização do esmalte e da dentina (Tuna et al., 2017).

Devido à natureza hidrofílica, os adesivos “Self-Etch” de um passo acumulam água após a evaporação do solvente, e degradam-se mais rápido do que os adesivos hidrofóbicos de múltiplos passos (Sánchez-Ayala, et al., 2013).

A novidade surge com o aparecimento dos sistemas adesivos universais, cujo objetivo é de simplificar a técnica adesiva. A sua nomenclatura está relacionada com o fato de poderem ser utilizados na abordagem “Self-Etch”; “Etch-and-Rinse”; “Self-Etch na dentina” e “Selective enamel etching” (Bahari et al., 2017; Kermanshah, 2017; Tuna et al., 2017).

Neste estudo foram utilizados três sistemas adesivos universais, *Scotchbond™ Universal Adhesive* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); *OptiBond™ Solo Plus* (Kerr, Orange, CA, USA); e *ONE COAT 7 UNIVERSAL* (Coltène, Cuyahoga Falls, OH, USA), assim como nos estudos de Jacker-Guhr et al., (2016) e Tuna et al., (2017).

Estes três sistemas adesivos, podem ser aplicados em ambas as abordagens, “Etch-and-Rinse” ou “Self-Etch”.

Através do pH, os sistemas adesivos podem ser classificados como sendo fortes, médios ou suaves. Este está relacionado com a capacidade dos materiais em desmineralizar a dentina e o esmalte (Weinmann et al., 2005; Tuna et al., 2017).

Adesivos Self-Etch de um passo, que possuem $\text{pH} < 1$, são considerados “fortes” pois têm primers “agressivos”, e podem ter a eficácia da adesão ao substrato prejudicada devido aos ésteres, como por exemplo o metacrilato de hidroxietilo, TEGDMA e uretano dimetacrilato, uma vez que estes são hidroliticamente instáveis (Sánchez-Ayala et al., 2013).

Os adesivos “suaves” (pH de aproximadamente 2) dissolvem parcialmente a superfície da dentina, de forma a que um certo número de cristais de hidroxiapatite permaneçam dentro da camada híbrida (De Munck et al., 2005).

Os monómeros funcionais presentes nos grupos carboxilo ou fosfatos, podem interagir quimicamente com a hidroxiapatite residual. Esta ligação micromecânica e química, ou seja uma ligação dupla é responsável pela durabilidade da restauração (De Munck et al., 2005).

O Scotchbond Universal apresenta um $\text{pH} = 2.7$; o One Coat 7 Universal $\text{pH} = 2.0-2.8$ e o Optibond Solo Plus um $\text{pH} = 2.2$, sendo classificados como sistemas adesivos suaves (Tuna et al., 2017).

A capacidade de união do sistema adesivo está diretamente relacionada com a sua composição química, sendo um pré-requisito muito importante para assegurar um bom selamento e uma adesão estável nos tecidos dentários. Os adesivos estudados têm na sua formulação o monómero 10-MDP, que é ácido e “ataca” a dentina, para além de conseguir ligar-se quimicamente à hidroxiapatite tanto na dentina como no esmalte, sendo vantajoso para a união ao substrato. Assim a hidroxiapatite residual, que se encontra disposta à volta das fibras de colagénio, vai servir de receptor para o monómero, e melhora o desempenho do adesivo (Karaman & Güler, 2016; Kermanshah, 2017; Tuna et al., 2017).

Normalmente os solventes mais utilizados são acetona, etanol e água (Mirzakhani, Mousavinasab, & Atai, 2016).

No caso do sistema adesivo *Scotchbond™ Universal* este possui um copolímero de ácido polialquenoico, que é capaz de se ligar quimicamente ao cálcio da hidroxiapatite, proporcionando uma maior estabilidade de união entre a dentina e o adesivo (Tuna et al., 2017).

O *One Coat7 Universal* é um sistema adesivo que tem na sua constituição HEMA. Este componente melhora a miscibilidade dos componentes hidrofóbicos e hidrofílicos. Pode substituir o solvente e manter os monómeros de dimetacrilato menos miscíveis em solução, enquanto que as moléculas de água no adesivo hidrofílico permanecem ligadas ao hidrogénio nos monómeros HEMA (Sánchez-Ayala et al., 2013).

Quando se realiza um tratamento restaurador, um dos problemas que pode surgir é a microinfiltração. Na tentativa de evitar ou reduzir a sua ocorrência, foram implementadas diversas soluções, como por exemplo, a redução da contração de polimerização utilizando a técnica em camadas incrementais, a utilização de compósitos fluídos, o tratamento das superfícies dentárias, a aplicação de tipos diferentes de luzes e desenvolvimento de novos sistemas adesivos (Jacker-Guhr et al., 2016).

Apesar de todas as medidas anteriormente referidas, estas não foram suficientes para prevenir de forma completa o aparecimento da microinfiltração, levando a consequências, como a irritação pulpar, aparecimento de cáries secundárias, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória ou até mesmo perda da restauração (Kasraie et al., 2012; Jacker-Guhr et al., 2016;).

Assim como nos resultados observados neste estudo, Kasraie et al., (2012) também comparou três variáveis, ou seja, três sistemas adesivos relacionando-os com a microinfiltração, e verificou que a abordagem adesiva utilizada não tem diferenças significativa entre eles.

Nesta investigação, na forma de aplicação Etch-and-Rinse, em todos os adesivos, não houve microinfiltração a nível do esmalte, porém quando comparado à forma de aplicação Self-Etch verificou-se infiltração em algumas amostras, apesar de não ser estatisticamente significativo.

Muñoz et al.,(2014) mostraram que os adesivos universais mostram melhores resultados no modo Etch-and-Rinse em comparação com o modo Self-Etch.

Já na dentina, existe presença de microinfiltração tanto na técnica adesiva Etch-and-Rinse como Self-Etch.

Fruits et al., (2006) obteve resultados semelhantes ao do presente estudo, uma vez que também observou infiltração mais frequente nas margens de dentina quando comparado com margens ao nível do esmalte.

Segundo Tuna et al., (2017) outra causa do aparecimento de microinfiltração ao nível da dentina, pode estar associado à remoção do cálcio da superfície dentinária o que pode evitar a ligação iônica entre os grupos de cálcio e fosfato e / ou carboxilato presentes no adesivo, levando a uma diminuição da capacidade de ligação para a dentina, especialmente em amostras que sofreram envelhecimento.

O mecanismo de acção dos sistemas adesivos, tanto Etch-and-Rinse como Self-Etch baseia-se na formação da camada híbrida (Waidyasekera et al., 2009; Albaladejo et al., 2010) .

Uma justificação para o aparecimento de microinfiltração na dentina, poderá estar relacionada com a camada híbrida, que embora seja extremamente importante para o sucesso das restaurações, sabe-se que esta camada é bastante suscetível à hidrólise e pode assim levar a um enfraquecimento na interface dentina-adesivo (Tuna et al., 2017).

A microinfiltração, assim como a resistência de união dos materiais utilizados, podem ser afetadas pelo desempenho clínico dos materiais envolvidos, devido a vários fatores como a viscosidade a tensão superficial, os monómeros funcionais, o pH, a concentração da água e a resistência coesiva dos adesivos podem influenciar a ligação e explicar a microinfiltração dos adesivos estudados. Outras características, como o tipo de compósito, cavidade, corante, seção de dentes analisada e número de amostras, também podem ter influenciado os resultados (Bahari et al., 2017).

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, não foram encontradas diferenças ($p = 0.292$) $> p=.05$ entre os três sistemas adesivos, relativamente à microinfiltração. Desta forma, aceita-se a Hipótese Nula 1 que diz “não existem diferenças estatísticas significativas na microinfiltração marginal, entre os 3 sistemas adesivos universais estudados”.

Quando se compararam as duas formas de aplicação dos sistemas adesivos (Etch-and-Rinse/Self-Etch), também não foram encontradas diferenças ($p = 0.58$) $> p=.050$ entre os dois protocolos relativamente à microinfiltração. Logo, a Hipótese Nula 2 foi aceite, uma vez que “não existem diferenças estatísticas significativas, nas

Avaliação da microinfiltração marginal de três sistemas adesivos universais, nas suas vertentes Self-Etch e Etch-and-Rinse, com resinas compostas Bulk-Fill

diferentes formas de aplicação, Etch and Rinse e Self Etch, dos sistemas adesivos estudados.”

7. Conclusões

Apesar das limitações deste estudo, podemos concluir que:

- 1- O sistema adesivo *ScotchbondTM Universal* apresentou um nível de microinfiltração igual ao obtido pelo adesivo *One Coat7 Universal*.
- 2- O sistema adesivo *Optibond Solo Plus* apresentou um número maior de amostras infiltradas quando comparado aos outros dois adesivos estudados.
- 3- Nas formas de aplicação não foram encontradas diferenças significativas a nível estatístico entre as duas abordagens, apesar de na técnica Etch-and-Rinse ter sido encontrado um maior número de amostras sem infiltração do que no método Self-Etch.
- 4- No que toca à microinfiltração, também não foram encontradas diferenças significativas em relação à prevalência, seja em margem de esmalte ou de dentina. No entanto, das amostras infiltradas foi na dentina onde se verificou maiores níveis de infiltração.

Os adesivos universais podem ser considerados como uma alternativa para os métodos de aplicação Etch-and-Rinse/Self-Etch. Porém, deverão ser feitos mais estudos in vivo e in vitro para confirmar a validade dos resultados obtidos.

8. Bibliografia

- Al Qahtani, M. (2010). Shear bond strength of two water-based adhesives to different dentin conditions, *19*(1).
- Albaladejo, A., Osorio, R., Toledano, M., & Ferrari, M. (2010). Hybrid layers of etch-and-rinse versus self-etching adhesive systems. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, *15*(1), 112–118. <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e112>
- Amaral, F. L. B., Colucci, V., Palma-Dibb, R. G., & Corona, S. a M. (2007). Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, *19*(6), 340–353; discussion 354. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00134.x>
- Anusavice, K. J. (2003). *“Phillip’s Science of Dental Materials” 12th Edition*.
- Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L. H. A., Soares, C. J., & Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *26*(2), e50-62. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.155>
- Bahari, M., Mohammadi, N., Alizadeh Oskoei, P., Savadi Oskoei, S., & Davoodi, F. (2017). Effect of an extra layer of hydrophobic resin on the microleakage of CI V composite resin restorations with a universal adhesive system. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, *8*(3), e12234. <https://doi.org/10.1111/jicd.12234>
- Bartlett, J. D. (2013). Dental Enamel Development: Proteinases and Their Enamel Matrix Substrates. *ISRN Dentistry*, *2013*, 684607. <https://doi.org/10.1155/2013/684607>
- Breschi, L., Mazzoni, A., Ruggeri, A., Cadenaro, M., Di Lenarda, R., & De Stefano Dorigo, E. (2008). Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *24*(1), 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.009>
- Buonocore_1955 A SIMPLE METHOD OF INCREASING THE ADHESION OF

- ACRYLIC FILLING MATERIALS TO ENAMEL SURFACES.pdf. (n.d.).
- Buonocore, M. G. (1955). A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *Journal of Dental Research*, 34(6), 849–853. <https://doi.org/10.1177/00220345550340060801>
- Campos, E. A., Ardu, S., Lefever, D., Jassé, F. F., Bortolotto, T., & Krejci, I. (2014). Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, 42(5), 575–581. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.02.007>
- Coelho, A. et al. (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2011.11.008>
- De Jesus Tavaréz, R. R., Dos Santos Almeida, L. J., Gomes Guará, T. C., Santos Ribeiro, I., Maia Filho, E. M., & Macedo Firoozmand, L. (2017). Shear bond strength of different surface treatments in bulk fill, microhybrid, and nanoparticle repair resins. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 9, 61–66. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S135416>
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, a, Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118–132. <https://doi.org/10.1177/154405910508400204>
- Direnzo, M., Ellis, T. H., Sachert, E., Stangels, I., Montreal, U. De, Physique, D. G., ... Centre-ville, S. (1995). ADHESION TO MINERALIZED TISSUE : BONDING TO HUMAN DENTIN, 50(95), 407–418.
- Eick JD et al. (1997). Current Concepts On Adhesion To Dentin. *Crit Rev Oral Biol Med*.
- El-Damanny, H., & Platt, J. (2014). Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Operative Dentistry*, 39(4), 374–382. <https://doi.org/10.2341/13-017-L>
- Fruits, T. J., Knapp, J. A., & Khajotia, S. S. (2006). Microleakage in the Proximal Walls

- of Direct and Indirect Posterior Resin Slot Restorations. *Operative Dentistry*, 31(6), 719–727. <https://doi.org/10.2341/05-148>
- Gale, M. S., & Darvell, B. W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*, 27(2), 89–99.
- Hanabusa, M., Mine, A., Kuboki, T., Momoi, Y., Van Ende, A., Van Meerbeek, B., & De Munck, J. (2012). Bonding effectiveness of a new “multi-mode” adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 40(6), 475–484. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.02.012>
- Hashemikamangar, S. S., Pourhashemi, S. J., Nekooimehr, Z., & Dehaki, M. G. (2016). Effect of Lactic Acid on Microleakage of Class V Low-Shrinkage Composite Restorations, 13(4), 223–230.
- Hashimoto, M., Fujita, S., Endo, K., & Ohno, H. (2009). Effect of dentinal water on bonding of self-etching adhesives. *Dental Materials Journal*, 28(5), 634–641.
- Honorato, M., Souza, S. E., Gama, K., Carneiro, K., Lobato, M. F., Almeida, P. De, ... Dqg, D. (2010). Adhesive systems : important aspects related to their composition and clinical use, 18(3), 207–214.
- Ilie, N. (2017). Impact of light transmittance mode on polymerisation kinetics in bulk-fill resin-based composites. *Journal of Dentistry*, 63, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.05.017>
- Jacker-Guhr, S., Ibarra, G., Oppermann, L. S., Lührs, A. K., Rahman, A., & Geurtsen, W. (2016). Evaluation of microleakage in class V composite restorations using dye penetration and micro-CT. *Clinical Oral Investigations*, 20(7), 1709–1718. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1676-0>
- Jain, N. (2011). Options for Dentin Bonding - Total Etch Or Self Etch ?, 2(2), 31–33.
- Julian, T. (2013). Too much of a good thing.... *Journal of Lower Genital Tract Disease*, 17(4), 371. <https://doi.org/10.1097/LGT.0b013e3182a5a1a7>
- Karaman, E., & Güler, E. (2016). Marginal Adaptation of Class V Restorations with a New Universal Adhesive. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 36(1), 125–130. <https://doi.org/10.11607/prd.2598>

- Kasraie, S., Azarsina, M., Khamverdi, Z., & Shokrane, F. (2012). Microleakage of dual-cured adhesive systems in class V composite resin restorations. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 9(2), 99–106.
- Kermanshah, H. H. K. (2017). Comparison of microleakage of Scotchbond™ Universal Adhesive with methacrylate resin in Class V restorations by two methods: Swept source optical coherence tomography and dye penetration.
- Khoroushi, M., & Ehteshami, A. (2016). Marginal microleakage of cervical composite resin restorations bonded using etch-and-rinse and self-etch adhesives: two dimensional vs. three dimensional methods. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 41(2), 83–90. <https://doi.org/10.5395/rde.2016.41.2.83>
- Koibuchi, H., Yasuda, N., & Nakabayashi, N. (2001). Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 17(2), 122–6. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11163381>
- Korkmaz, F. M., Baygin, O., Tuzuner, T., Bagis, B., & Arslan, I. (2013). The effect of an erbium, chromium: Yttrium-scandium-gallium-garnet laser on the microleakage and bond strength of silorane and micro-hybrid composite restorations. *European Journal of Dentistry*, 7(5 SUPPL.), 33–40. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.119061>
- Kugel, G., & Ferrari, M. (2001). THE SCIENCE OF BONDING : FROM FIRST TO SIXTH GENERATION, 131(June 2000).
- Liu, C., Liu, H., Qian, Y.-T., Zhu, S., & Zhao, S.-Q. (2014). The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *International Journal of Oral Science*, 6(1), 56–60. <https://doi.org/10.1038/ijos.2013.83>
- Marchesi, G., Frassetto, A., Mazzoni, A., Apolonio, F., Diolosà, M., Cadenaro, M., ... Breschi, L. (2014). Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *Journal of Dentistry*, 42(5), 603–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.12.008>
- Marshall, G. W., Marshall, S. J., Kinney, J. H., & Balooch, M. (1997). The dentin

- substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, 25(6), 441–58. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9604576>
- Meerbeek, B. Van, & Vanherle, G. (1998). The clinical performance, 26(1).
- Mirzakhani, M., Mousavinasab, S. M., & Atai, M. (2016). The effect of acrylate-based dental adhesive solvent content on microleakage in composite restorations. *Dental Research Journal*, 13(6), 515–520. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.197032>
- Muñoz, M. A., Luque, I., Hass, V., Reis, A., Loguercio, A. D., & Bombarda, N. H. C. (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*, 41(5), 404–11. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.03.001>
- Muñoz, M. A., Sezinando, A., Luque-Martinez, I., Szesz, A. L., Reis, A., Loguercio, A. D., ... Perdigão, J. (2014). Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *Journal of Dentistry*, 42(5), 595–602. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.01.013>
- Nanci, A. (2013). “*Ten Cate’s Oral Histology: development, structure and function*” 8th Edition.
- Nikaido, T., Ichikawa, C., Li, N., Takagaki, T., Sadr, A., & Yoshida, Y. (2011). Effect of functional monomers in all-in-one adhesive systems on formation of enamel / dentin acid-base resistant zone, 30(5), 576–582. <https://doi.org/10.4012/dmj.2010-214>
- Oliveira, S. S. ., Pugach, M. K., Hilton, J. F., Watanabe, L. G., Marshall, S. J., & Marshall, G. W. (2003). The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dental Materials*, 19(8), 758–767. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00023-X)
- Oliveira, N. A. De, Shitomi, L., Diniz, M., Henrique, P., Alpino, P. D., Aparecida, C., & Coimbra, C. (2010). SISTEMAS ADESIVOS: CONCEITOS ATUAIS E APLICAÇÕES CLÍNICAS Dental Adhesives: new concepts and clinical applications. *Revista Dentística on Line*.
- Perdigão, J. (2010). Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of*

- Dental Materials*, 26(2), e24-37. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.149>
- Perdigão, J., & Reis, A. (2013). Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review, 25(4), 219–241. <https://doi.org/10.1111/jerd.12016>
- Peumans, M., Kanumilli, P., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 21(9), 864–881. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.02.003>
- Roberson, T. M. (2002). “*Sturdevant’s Art & Science Of Operative Dentistry*” (4th ed.).
- Ruben, J. L., Roeters, F. J. M., Montagner, a F., & Huysmans, M. C. D. N. J. M. (2013). A multifunctional device to simulate oral ageing: the “Rub&Roll.” *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 30C, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.10.019>
- Saboia, V. P. a, Silva, F. C. F. a, Nato, F., Mazzoni, A., Cadenaro, M., Mazzotti, G., ... Breschi, L. (2009). Analysis of differential artificial ageing of the adhesive interface produced by a two-step etch-and-rinse adhesive. *European Journal of Oral Sciences*, 117(5), 618–24. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2009.00665.x>
- Sally J. Marshall et al. (2009). A review of adhesion science.
- Sánchez-Ayala, A., Farias-Neto, A., Vilanova, L. S. R., Gomes, J. C., & Gomes, O. M. M. (2013). Marginal microleakage of class V resin-based composite restorations bonded with six one-step self-etch systems. *Brazilian Oral Research*, 27(3), 225–230. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242013000300003>
- Söderholm, K.-J. M. (2007). Dental adhesives how it all started and later evolved. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 9 Suppl 2, 227–230.
- Stalin, a, & Varma, B. R. (2005). Comparative evaluation of tensile-bond strength, fracture mode and microleakage of fifth, and sixth generation adhesive systems in primary dentition. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 23(2), 83–88. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.16448>
- Tsuchiya, H., Tsubota, K., Iwasa, M., Ando, S., Miyazaki, M., & Platt, J. a. (2010).

- Influence of adhesive application time on enamel bond strength of single-step self-etch adhesive systems. *Operative Dentistry*, 35(1), 77–83. <https://doi.org/10.2341/09-064-L>
- Tuna, E. B., Ozel, E., Kasimoglu, Y., Firatli, E., Costa, D. M., Somacal, D. C., ... Spohr, A. M. (2017). Bond Capability of Universal Adhesive Systems to Dentin in Self-etch Mode after Short-term Storage and Cyclic Loading. *The Open Dentistry Journal*, 11(1), 530–536. <https://doi.org/10.2174/1874210601711010276>
- Vaidyanathan, T. K., & Vaidyanathan, J. (2009). Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: a critical review. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 88(2), 558–578. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31253>
- Waidyasekera, K., Nikaido, T., Weerasinghe, D. S., Ichinose, S., & Tagami, J. (2009). Reinforcement of dentin in self-etch adhesive technology: A new concept. *Journal of Dentistry*, 37(8), 604–609. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.03.021>
- Waldman, G. L., Vaidyanathan, T. K., & Vaidyanathan, J. (2008). Microleakage and Resin-to-Dentin Interface Morphology of Pre-Etching versus Self-Etching Adhesive Systems, (973), 120–125.
- Weinmann, W., Thalacker, C., & Guggenberger, R. (2005). Siloranes in dental composites. *Dental Materials*, 21(1), 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.10.007>
- Yoshida, B. V. M. J. D. M. Y., Vijay, S. I. M. V. P., Vanherle, K. V. L. P. L. G., & Buonocore, M. (2003). Adhesion to Enamel and Dentin : Current Status and Future Challenges, 215–235.
- Yoshida, Y., Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Torii, Y., Ogawa, T., ... Meerbeek, B. V. (2012). Self-assembled Nano-layering at the Adhesive Interface. *Journal of Dental Research*, 91(4), 376–381. <https://doi.org/10.1177/0022034512437375>

ANEXOS